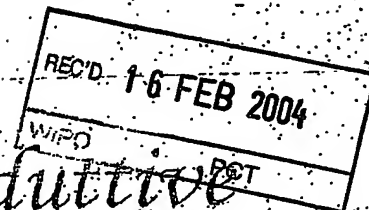




E103/14563



# Ministero delle Attività Produttive

Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività

Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

Ufficio G2 EPO - DG 1

31.12.2003



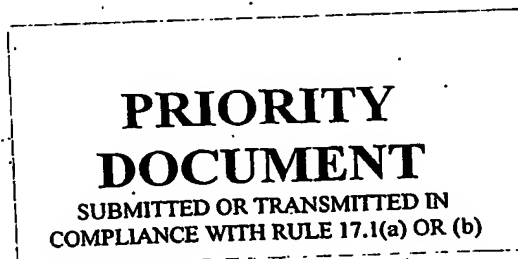
Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:

**Invenzione Industriale**

N.

MI2002 A 002757

*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali  
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati  
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

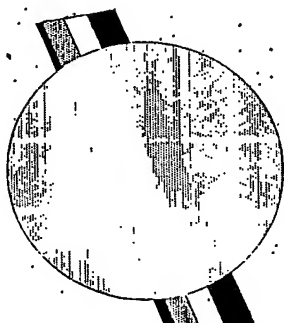


12 DIC. 2003

Roma, il

per IL DIRIGENTE

*Paola Giuliano*  
D.ssa Paola Giuliano

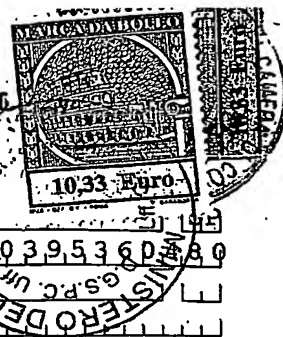


# AL MINISTERO DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

MODULO



## A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione NUOVO PIGNONE HOLDING S.P.A.  
 Residenza FIRENZE codice 0395360480  
 2) Denominazione \_\_\_\_\_  
 Residenza \_\_\_\_\_ codice \_\_\_\_\_

## B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome nome TIBLIAS Renato Edoardo e altri cod. fiscale \_\_\_\_\_  
 denominazione studio di appartenenza ING. BARZANO & ZANARDO MILANO S.p.A.  
 via BORGONUOVO n. 11 città MILANO cap 20121 (prov) M

## C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_ città \_\_\_\_\_ cap \_\_\_\_\_ (prov) \_\_\_\_\_

## D. TITOLO

classe proposta (sez/cl/sci) \_\_\_\_\_ gruppo/sottogruppo \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

SISTEMA DI CONTROLLO E OTTIMIZZAZIONE DELLE EMISSIONI DI UN COMBUSTORE  
CATALITICO IN UNA TURBINA A GAS MOBOALBERO

## ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO:

SI ☐ NO ☒

SE ISTANZA: DATA \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ N° PROTOCOLLO \_\_\_\_\_

## E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome \_\_\_\_\_  
 1) FECAMP BENOIT 3) GROPPI STEFANO  
 2) FADLUN EVER AVRIEL 4) \_\_\_\_\_

## F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione	tipo di priorità	numero di domanda	data di deposito	allegato S/R
1) _____	_____	_____	____/____/____	<input type="checkbox"/>
2) _____	_____	_____	____/____/____	<input type="checkbox"/>

SCIOGLIMENTO RISERVE	
Data	N° Protocollo
____/____/____	____/____/____
____/____/____	____/____/____

## G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA CULTURE DI MICROORGANISMI, denominazione

## H. ANNOTAZIONI SPECIALI

## DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.	Doc.	PROV	n. pag.	Descrizione
1)	12	PROV	121	riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare)....
2)	12	PROV	104	disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare) .....
3)	10	RIS		lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale .....
4)	10	RIS		designazione inventore .....
5)	1	RIS		documenti di priorità con traduzione in italiano .....
6)	1	RIS		autorizzazione o atto di cessione .....
7)	1			nominativo completo del richiedente

SCIOGLIMENTO RISERVE	
Data	N° Protocollo
____/____/____	____/____/____
____/____/____	____/____/____
____/____/____	____/____/____
____/____/____	____/____/____
____/____/____	____/____/____
____/____/____	____/____/____

8) attestati di versamento, totale Euro DUECENTONOVANTUNO/80 obbligatorio

COMPILATO IL 12/11/2002 FIRMA DEL(I) RICHIEDENTE(I) I MANDATARI (firma per se e per gli altri)

CONTINUA SI/NO NO

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SI/NO SI

CAMERA DI COMMERCIO IND. ART. E AGR. DI MILANO MILANO codice 1195

VERBALE DI DEPOSITO. NUMERO DI DOMANDA MI2002A 002757 Reg. A.

L'anno DUEMILADUE 12 del mese di DICEMBRE

Il(I) richiedente(i) sopraindicato(i) ha(hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda. IO rogli aggiuntivi per la concessione del brevetto soprainportato.

I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIALE ROGANTE IL RAPPRESENTANTE PUR INFORMATO DEL CONTENUTO DELLA CIRCOLARE N. 423 DEL 01/01/2001 EFFETTUA IL DEPOSITO CON RISERVA DI LETTERA DI INGOMBRO.

IL DEPOSITANTE

delUfficio

L'UFFICIALE ROGANTE

## RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE, DESCRIZIONE E RIVENDICAZIONE

NUMERO DOMANDA MI2002A 002757 REG. ADATA DI DEPOSITO 23/12/2002NUMERO BREVETTO                     DATA DI RILASCIO   /  /  

## D. TITOLO

" Sistema di controllo e ottimizzazione delle emissioni di un combustore catalitico in una turbina a gas monoalbero ".

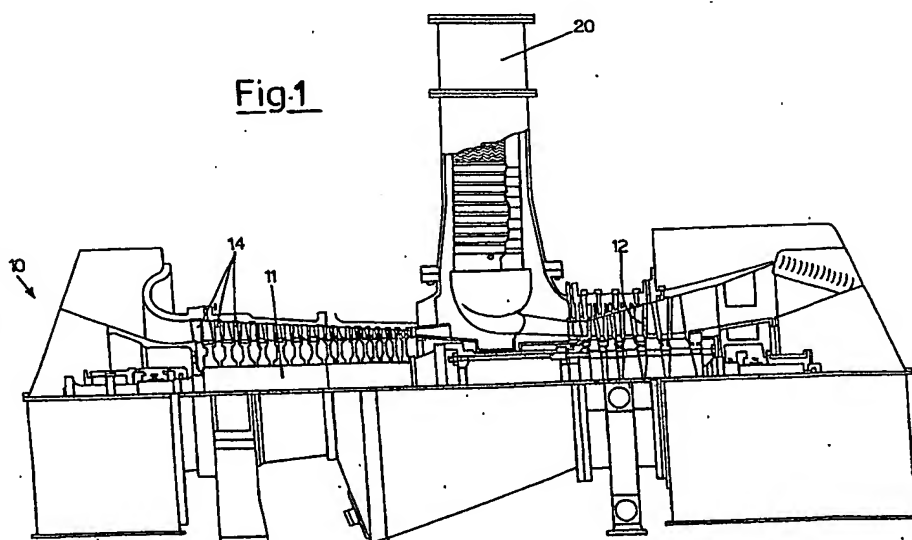
## L. RIASSUNTO

Sistema di controllo e ottimizzazione delle emissioni di un combustore catalitico in una turbina a gas monoalbero (10), comprendente almeno un blocco di calcolo atto ad implementare un modello matematico di funzionamento di detta turbina a gas (10), a partire da una serie di parametri predefiniti, grazie al quale è possibile ottimizzare le suddette emissioni durante variazioni delle condizioni operative della turbina entro un intervallo di condizioni ambientali esterne comprese tra circa  $-29^{\circ}\text{C}$  e  $+49^{\circ}\text{C}$ .

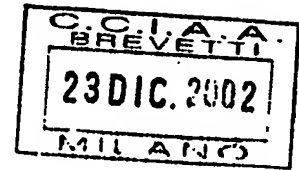


## M. DISEGNO

Fig.1



MI 2002 A 0 0 2 7 5 7



DESCRIZIONE dell'invenzione industriale

a nome: NUOVO PIGNONE HOLDING S.p.A.

di nazionalità: italiana

con sede in: Firenze (FI).

-----  
La presente invenzione si riferisce ad un sistema di controllo e ottimizzazione delle emissioni di un combustore catalitico in una turbina a gas monoalbero.

La turbina a gas è definita come il complesso di macchina termica rotativa che converte l'entalpia di un gas in lavoro utile, usando gas direttamente provenienti da una combustione e che eroga potenza meccanica su un albero rotante.

La turbina comprende, quindi, solitamente un compressore, perlopiù di tipo assiale, all'esterno una camera di combustione e una turbina (turboespansore) che, nelle turbine a gas monoalbero, fornisce sia energia per muovere il compressore sia potenza all'utilizzatore.

Il turboespansore, il compressore, la camera di combustione, l'albero di uscita dell'energia meccanica, il sistema di controllo e il sistema di avviamento costituiscono le parti essenziali di una turbina a gas.

Per quanto riguarda il funzionamento di una turbina a gas, è noto che il fluido penetra nel compressore a bassa pressione e a bassa temperatura; nell'attraversamento del compressore, il gas viene compresso e la sua temperatura aumenta.

Il gas entra poi nella camera di combustione, dove subisce un ulteriore rilevante aumento di temperatura.

In tal modo è possibile sfruttare l'entalpia del gas per ottenere lavoro utile; infatti, poiché il lavoro ceduto dal gas alla turbina è maggiore di quello assorbito dal compressore, rimane disponibile, sull'albero della macchina, una certa quantità di energia, che, depurata del lavoro assorbito dagli accessori e dalle resistenze passive degli organi meccanici in movimento, costituisce il lavoro utile dell'impianto.

Pertanto, all'uscita della camera di combustione, il gas, ad alta pressione e ad alta temperatura, attraverso appositi condotti, giunge alla turbina, ove cede parte dell'energia accumulata nel compressore e nella camera di combustione e fluisce poi all'esterno tramite le canalizzazioni di scarico.

Negli ultimi decenni il problema

dell'inquinamento ambientale ha imposto l'introduzione di varie norme volte a regolamentare le emissioni di inquinanti in atmosfera, nel tentativo di rendere accettabile la qualità dell'aria.

Gli standard nazionali ed internazionali impongono, pertanto, l'utilizzo di tecniche e impianti di abbattimento degli inquinanti presenti nei gas, opportunamente studiati in base alle proprietà chimico-fisiche dei gas.

In generale le emissioni delle turbine a gas comprendono diverse specie chimiche che hanno raggiunto l'ossidazione completa o che non hanno tendenza a reagire, principalmente  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$  e  $\text{O}_2$ ; nelle emissioni sono, inoltre, presenti come inquinanti ed in concentrazioni dell'ordine delle parti per milione (ppm), specie a basso grado di ossidazione, come CO, idrocarburi incombusti, particolato, e miscele di ossidi di azoto e zolfo rispettivamente definite con  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ .

Per quanto concerne le specie ad ossidazione completa e l'azoto, conoscendo la composizione del combustibile utilizzato e le condizioni operative della macchina, è possibile calcolarne la composizione nelle emissioni.

Per quanto riguarda gli altri inquinanti, invece è praticamente impossibile valutarne concentrazione ad esclusione degli ossidi di zolfo totali.

Per una definizione dei valori di tali inquinanti ( $\text{CO}$ , idrocarburi incombusti, particolato,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ ) è pertanto necessario procedere mediante misurazioni accurate ed analisi di tipo teorico.

Gli idrocarburi incombusti sono generalmente presenti a causa di combustione inefficace che non consente una completa ossidazione delle specie combustibili presenti, tuttavia anche tale presenza è limitata a poche ppm e pertanto non costituisce un problema di inquinamento sensibile.

Per quanto concerne gli ossidi di zolfo, questi sono costituiti da una miscela in proporzioni variabili di  $\text{SO}_2$  ed  $\text{SO}_3$  che si combinano con vapore d'acqua per dare i relativi acidi.

Gli ossidi di zolfo sono praticamente assenti nei fumi di combustione a partire da gas naturale e in generale per prevenirne la formazione si effettua una selezione dei combustibili optando per quelli a bassissimo contenuto di zolfo.

Un discorso molto più complesso è quello legato agli ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ) e al monossido di carbonio



(CO), per il controllo di questi ultimi è infatti necessaria una particolare attenzione rivolta alla temperatura di combustione dei gas.

Nel caso, ad esempio, degli ossidi di azoto (genericamente indicati come  $\text{NO}_x$ ) la loro presenza nelle emissioni diminuisce rapidamente quanto più diminuisce la temperatura di combustione.

Le tecnologie tradizionali di riduzione di tali inquinanti come iniezione di acqua e vapor d'acqua non consentono di raggiungere valori estremamente bassi di emissioni richiesti dalle normative in vigore in molte località.

Vi sono tre principali meccanismi di produzione di  $\text{NO}_x$  durante il processo di combustione:

- reazione con  $\text{N}_2$  in combustione con l'ossigeno ad alte temperature;
- dall'azoto presente nei combustibili;
- dalla reazione dei derivati radicalici dei combustibili come  $\text{N}_2$  trasformato in  $\text{NO}$

Per un controllo efficiente dell'emissione di  $\text{NO}_x$  deve essere conosciuto il meccanismo di formazione.

Il più semplice, e il più usato, modello della formazione di  $\text{NO}_x$  è quello scoperto da Zeldovich, che utilizza le seguenti reazioni:





Queste reazioni sono indipendenti dal tipo di combustione che si usa per la reazione, in quanto esse avvengono alle alte temperature sviluppate dai reagenti stessi.

Attraverso la modifica delle condizioni operative durante il processo di combustione è possibile influire sulla formazione di  $\text{NO}_x$ .

Ad esempio si può ridurre la quantità d'ossigeno presente per minimizzare la formazione di  $\text{NO}_x$ . In termini pratici si utilizza un basso quantitativo di aria; mediante l'introduzione di acqua nei forni, la temperatura viene ridotta dal salto di energia provocata dal calore latente dell'acqua.

Una tecnologia di abbattimento attualmente praticata è la Riduzione Catalitica Selettiva (SCR) nella quale viene utilizzata l'ammoniaca insieme al processo di catalisi.

L'ammoniaca è iniettata insieme ai gas combusti all'interno del letto catalizzatore. gli ossidi di azoto  $\text{NO}_x$  combinandosi con l'ammoniaca sulla superficie del catalizzatore si scindono in acqua e azoto.

Questo sistema si è rivelato vantaggioso per l'eliminazione di  $\text{NO}_x$  ma comporta costi elevati.

Un differente approccio all'abbattimento degli ossidi di azoto è realizzato mediante una tecnologia di postcombustione catalitica con catalizzatore al platino ed agente di rimozione degli ossidi di azoto costituito da carbonato di potassio.

Entrambe le due suddette tecnologie, pur essendosi dimostrate valide in termini di risultato di riduzione della concentrazione degli ossidi di azoto, risultano poco interessanti a causa del notevole calo di rendimento che provocano nella turbina.

Tutte le tecnologie finora utilizzate risentono, inoltre, fortemente della variabilità delle condizioni operative in particolare della temperatura ambiente e del carico richiesto.

La combustione con camera di combustione catalitica permette di risolvere i problemi di costo e complessità insiti nelle soluzioni precedentemente descritte per l'abbattimento degli inquinanti ( $\text{NO}_x$  e  $\text{CO}$ ).

Scopo della presente invenzione è quello di fornire un sistema di controllo e ottimizzazione delle emissioni di un combustore catalitico, che



consenta di ridurre a valori prossimi agli zero ppm la concentrazione di inquinanti come gli ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ) ed il monossido di carbonio in un'ampia finestra operativa per la turbina a gas.

Non ultimo scopo dell'invenzione è quello di realizzare un sistema di controllo e ottimizzazione delle emissioni di un combustore catalitico di una turbina a gas, che possa essere implementato a costi di realizzazione, e manutenzione relativamente contenuti, in vista dei vantaggi conseguiti.

Questi ed altri scopi, secondo la presente invenzione, sono raggiunti realizzando un sistema di controllo e ottimizzazione delle emissioni di una turbina a gas, del tipo comprendente un combustore catalitico, e comprendente almeno un blocco di calcolo, atto ad implementare un modello matematico di funzionamento di detta turbina a gas, a partire da una serie di parametri predefiniti, grazie al quale è possibile ottimizzare le suddette emissioni durante variazioni delle condizioni operative della turbina entro un ampio intervallo di condizioni ambientali esterne, secondo quanto esposto nella rivendicazione 1.

Ulteriori caratteristiche tecniche peculiari sono previste nelle rivendicazioni successive.

In particolare, il sistema di controllo secondo la presente invenzione permette di limitare l'incidenza del fenomeno secondo cui, durante variazioni di carico, si registra un repentino aumento della temperatura di fiamma nel precombustore e di conseguenza della concentrazione di inquinanti come gli ossidi di azoto, ben al di sopra dei valori limiti consentiti.

Le caratteristiche ed i vantaggi di un sistema di controllo e ottimizzazione delle emissioni di un combustore catalitico di una turbina a gas, secondo la presente invenzione, risulteranno maggiormente chiari ed evidenti dalla descrizione seguente, esemplificativa e non limitativa, riferita ai disegni schematici allegati, in cui:

- la figura 1 è una vista laterale schematica di una turbina a gas secondo l'invenzione;

- le figure da 2 a 4 illustrano grafici rappresentativi dei parametri di controllo del funzionamento della turbina.

- la figura 5 è un blocco illustrante un particolare del funzionamento del sistema secondo l'invenzione;

Con particolare riferimento alla figura 1, una turbina a gas 10 comprende sostanzialmente un

---

compressore assiale 11, un combustore 20, ed una turbina 12.

Nell'esempio illustrato, il combustore 20 presenta una testata, immediatamente a valle della quale è presente una prima zona di combustione seguita da una cella catalitica e da una zona di postcombustione.

Tale combustore 20 è previsto per essere alimentato con combustibili gassosi.

All'ingresso del compressore 11 è individuabile una schiera di palette regolabili 14 note anche con l'acronimo IGV ("Inlet Guide Vanes").

Le palette regolabili IGV possono essere regolate/ruotate al fine di far assumere loro un angolo opportuno, rispetto alla direzione dell'aria entrante nel compressore, in modo da variare la portata in ingresso alla turbina.

Il controllo delle palette regolabili IGV prevede che la posizione delle palette 14 del distributore sia asservita alla regolazione della temperatura dei gas di scarico della turbina, alla velocità della turbina, alla pressione di scarico del compressore e alla temperatura dell'aria in ingresso alla turbina, in modo da mantenere le condizioni di funzionamento della turbina entro un'area operativa A

che consente di minimizzare le concentrazioni di monossido di carbonio e incombusti nei gas di scarico in tutte le condizioni operative tecnologicamente possibili in un intervallo di temperatura ambiente variabile da circa  $-29^{\circ}\text{C}$  a  $+49^{\circ}\text{C}$  ed entro un intervallo ampio di potenza.

Al controllo delle palette regolabili IGV sopra descritto viene associato un sistema di spillamento di aria calda dallo scarico del compressore (secondo la terminologia anglosassone definito con IBH acronimo di inlet bleed heating system) atto a mantenere lo scarico del compressore, che viene immesso all'ingresso del compressore stesso, in condizioni standard (ISO).

Il controllo del sistema di spillamento IBH è ottenuto mediante programmazione dell'apertura della valvola in funzione dell'angolo di rotazione delle palette regolabili IGV.

L'effetto combinato della rotazione delle palette regolabili IGV e del sistema di spillamento IBH, permette di controllare la variazione della differenza tra la temperatura del gas all'uscita della prima zona di combustione (TPBEX) e la temperatura di scarico dal compressore ( $T_3$ ).

Questa variabile è anche definita con il termine

---



inglese Trise ( $\text{Trise} = \text{TPBEX} - T_3$ ).

La necessità di mantenere la Trise entro certi limiti risiede nel fatto che la maggior quantità di  $\text{NO}_x$  viene prodotta in questa prima zona di combustione ed è funzione dell'incremento di Trise.

La TPBEX, e di conseguenza la Trise, sono anche funzioni decrescenti della temperatura adiabatica ( $T_{ad}$ ) di uscita del catalizzatore dalla camera di combustione.

Per mantenere bassa la TPBEX (bassa produzione di  $\text{NO}_x$ ) è quindi necessario massimizzare la  $T_{ad}$ , (la  $T_{ad}$  è definita come la temperatura che si avrebbe all'uscita della camera di combustione se si avesse combustione completa).

L'andamento di variazione delle palette regolabili IGV rispetto alle condizioni ISO standard è lineare, esso si presenta costante fino ad un certo valore della CPR, acronimo inglese di *compressor pressure ratio*, definito come rapporto tra la pressione totale dell'aria uscente dal compressore rispetto alla pressione dell'aria entrante, per poi decrescere linearmente.

La correlazione tra le portate estratte dal sistema di spillamento IBH e la rotazione in angoli delle palette regolabili IGV per mantenere costante

la  $T_3$  entro un ampio intervallo di temperature ambiente variabili da circa  $-29^{\circ}\text{C}$  a circa  $+49^{\circ}\text{C}$  è riassunta in figura 4, in cui è mostrato l'andamento delle portate del sistema di spillamento IBH in ordinate in funzione dell'angolo di rotazione delle palette regolabili IGV (in ascisse).

Nel grafico di figura 4 si notano una serie di curve ad andamento sostanzialmente lineare corrispondenti ai differenti carichi richiesti dalla macchina, e precisamente una prima curva 41 rappresentante la ISO  $T_3$ , una seconda curva 42 che esprime l'andamento del sistema di spillamento IBH al 50% della potenza, una terza curva 43 al 60% una curva 44 al 70% ed una curva 45 all'80%.

In pratica aumentando o diminuendo l'alimentazione del combustibile, cioè richiedendo più o meno potenza, è necessario effettuare le regolazioni mantenendosi lungo queste relazioni tra i valori caratteristici del sistema di spillamento IBH e di rotazione delle palette regolabili IGV per avere una temperatura  $T_3$  costante per una data temperatura ambiente.

Con riferimento alla figura 2, è illustrato un diagramma che riporta in ordinate la temperatura d'ingresso catalizzatore TIC, ed in ascissa il



rapporto di composizione aria combustibile C/A.

L'area operativa A entro cui occorre muoversi per ottenere un'ottimizzazione nella riduzione delle concentrazioni di ossidi di azoto, ossido di carbonio e idrocarburi incombusti nelle emissioni è delimitata da una linea inferiore 50 che definisce la temperatura di attivazione del catalizzatore, da una curva 51 disposta verso le cosiddette miscele secche, cioè a basso valore di combustibile, che rappresenta il limite per la produzione di monossido di carbonio alle varie temperature, e da una coppia di curve superiori 52 e 53 che rappresentano le temperature limite per il catalizzatore e rispettivamente la prima curva superiore 52 per miscele secche e la seconda curva 53 per miscele grasse cioè ad elevato contenuto di combustibile.

All'interno dell'area A è indicato con 54 il punto di partenza consigliato ottimale per le operazioni mentre con le frecce U è indicato il percorso da compiere quando la turbina a gas deve ridurre potenza cioè si introduce meno combustibile.

In figura 3 è illustrato lo stesso concetto testé espresso in un differente contesto cioè come correlazione dell'andamento di TPBEX (in ordinate) in funzione della temperatura del catalizzatore  $T_{ad}$  (in

ascisse).

Riducendo, quindi, il carico della turbina a gas con camera di combustione catalitica (diminuisce la  $T_{ad}$ ), è necessario aumentare la temperatura TPBEX per mantenere il buon funzionamento del catalizzatore.

Come già espresso prima, le emissioni di ossidi di azoto sono una funzione crescente del Trise (TPBEX e  $T_3$ ), riducendo il carico, è dunque necessario compensare l'abbassamento normale della  $T_3$  e l'aumento della richiesta di TPBEX, il quale effetto comporterebbe un aumento eccessivo degli  $NO_x$ .

In termini pratici per l'ottimizzazione delle emissioni è necessario che la macchina operi nelle condizioni definite dalla curva, si deve muovere lungo questa curva sempre operando sul sistema di spillamento IBH.

Le modalità operative sono vincolate dagli intervalli delle grandezze entro cui si opera e precisamente una rotazione delle palette regolabili IGV compresa tra 0 e -50 gradi; il sistema di spillamento IBH che opera una portata compresa tra 0 e il 5% di  $W_2$ , intendendo con  $W_2$  la portata di aria aspirata dal compressore.

I risultati richiesti sono una potenza a norme ISO, una riduzione di  $NO_x$  dal 50% al 100% da  $-29^\circ C$  a

49°C ed una riduzione di monossido di carbonio CO dal 50% al 100% da -29°C a 49°C.

Mediante le regolazioni attuabili secondo l'invenzione è possibile agire sulla massima portata standard secondo norme ISO con una rotazione delle palette regolabili  $IGV = 0$  mentre la portata del sistema di spillamento IBH varia da 0 a 100% del carico secondo norme ISO.

Con riferimento allo schema di figura 5 nel blocco di calcolo 60 è implementato un modello matematico di funzionamento di detta turbina a gas 10, a partire da una serie di parametri predefiniti e funzione di dati misurati sulla turbina a gas, in modo da ottimizzare le suddette emissioni durante variazioni delle condizioni operative della turbina entro un intervallo di condizioni ambientali esterne comprese tra circa -29°C e +49°C.

In pratica il parametro su cui opera il blocco di calcolo 60 è la regolazione della portata estratta dal sistema di spillamento IBH a partire dalla misura dell'angolo di rotazione delle palette distributrici 14 o IGV e della temperatura ambiente 63.

Per ottenere un'accuratezza maggiore il blocco di calcolo 60 sarà, inoltre, predisposto per tenere conto della pressione di ingresso al compressore 61 e



dell'umidità assoluta in ingresso al compressore 62.

L'implementazione del sistema di regolazione descritto permette così di ottenere un eccellente risultato in termini di controllo ottimale, confermando le buone prestazioni nel mantenimento della temperatura di fiamma nel precombustore al di sotto dei limiti previsti e quindi delle emissioni di inquinanti, sia in condizione di funzionamento transitorio che a regime, così come previsto dalle simulazioni effettuate.

Dalla descrizione effettuata sono chiare le caratteristiche del sistema di controllo per l'ottimizzazione delle emissioni di un combustore catalitico in una turbina a gas monoalbero, che è oggetto della presente invenzione, così come sono chiari i relativi vantaggi, fra cui ricordiamo:

- livelli ridotti di emissioni inquinanti;
- ridotte oscillazioni di pressione in camera di combustione e buona stabilità di fiamma;
- elevata efficienza di combustione;
- utilizzazione semplice ed affidabile;
- costi di realizzazione e manutenzione relativamente contenuti, rispetto all'arte nota;
- mantenimento della temperatura di fiamma calcolata nel precombustore al di sotto di valori

limite prefissati.

Ing. Barzanò & Zanardo Milano S.p.A.

/TIB

#### RIVENDICAZIONI

1. Sistema di controllo e ottimizzazione delle emissioni di un combustore catalitico in una turbina a gas (10), comprendente un almeno un blocco di calcolo (60), atto ad implementare un modello matematico di funzionamento di detta turbina a gas (10), a partire da una serie di parametri predefiniti grazie al quale è possibile ottimizzare le suddette emissioni durante variazioni delle condizioni operative della turbina entro un intervallo di condizioni ambientali esterne comprese tra circa - 29°C e +49°C.

2. Sistema di controllo e ottimizzazione secondo la rivendicazione 1, in cui i parametri su cui opera detto blocco di calcolo (60) comprendono una regolazione della portata di un sistema di spillamento (IBH) funzione della temperatura ambiente (63) e della rotazione delle palette regolabili (14) o (IGV).

3. Sistema di controllo e ottimizzazione secondo la rivendicazione 2, in cui i parametri di ingresso del detto blocco di calcolo (60) sono inoltre la pressione di ingresso compressore e l'umidità assoluta di ingresso compressore per ottenere un'accuratezza maggiore.



4. Sistema di controllo e ottimizzazione secondo la rivendicazione 2, in cui i valori dei parametri su cui opera detto blocco di calcolo (60) sono compresi per la rotazione delle palette regolabili (14) o (IGV) tra 0 e -50 gradi, e, per il sistema di spillamento (IBH), tra 0 ed il 5% della portata (W2), essendo (W2) la portata di aria aspirata dal compressore.

Ing. Barzanò & Zanardo Milano S.p.A.

/TIB

I MANDATAKI:  
(firma)

*R. E. Tibb*  
(per sé e per gli altri)



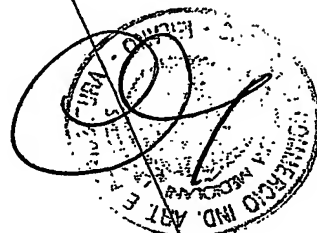
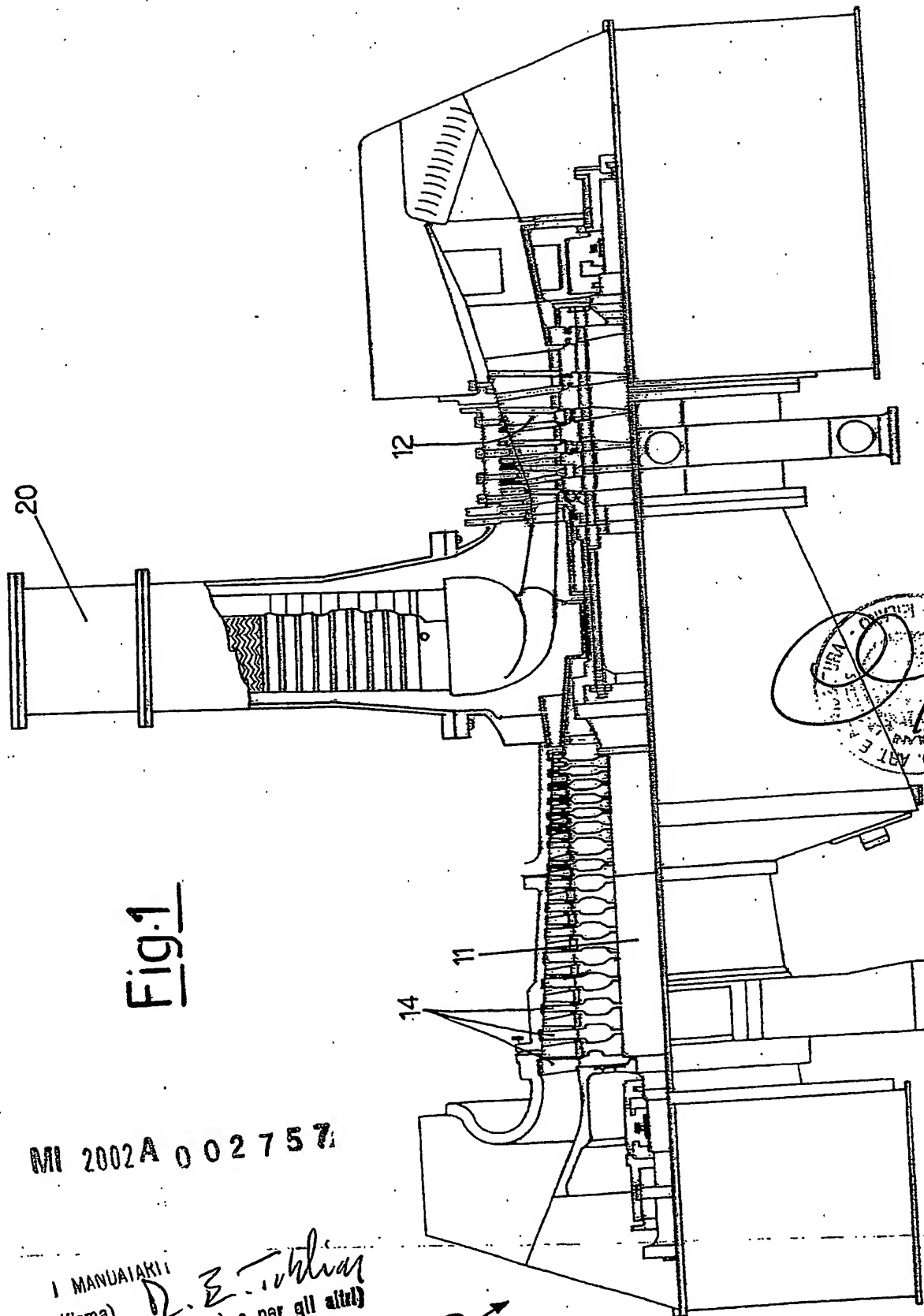




Fig.2

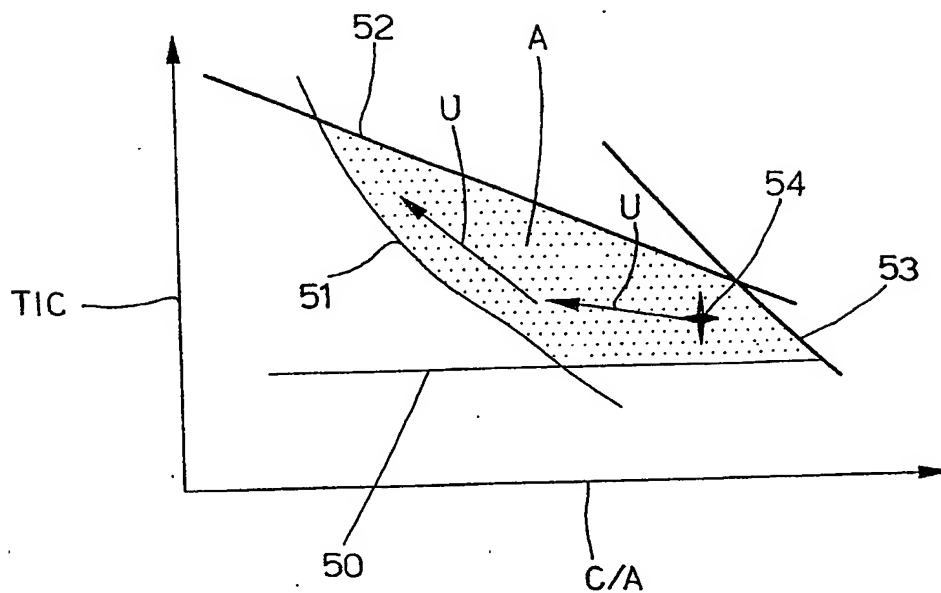
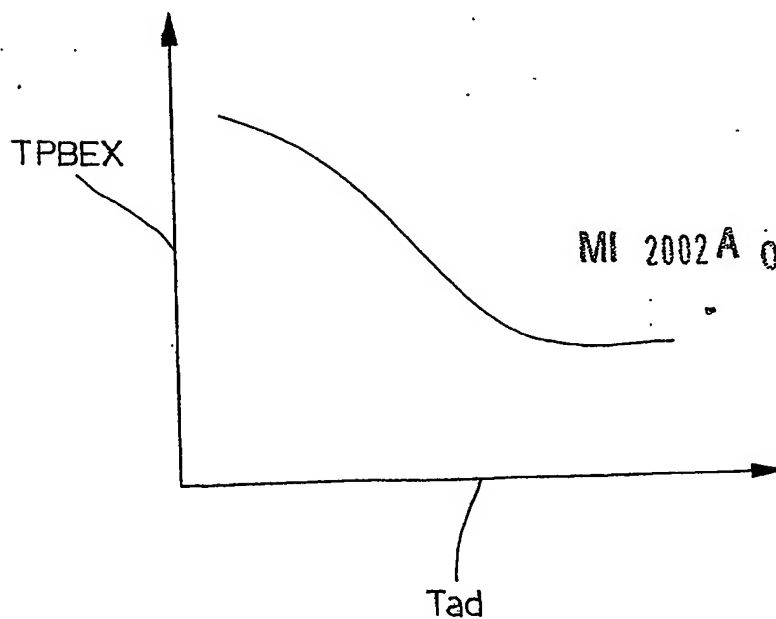


Fig.3



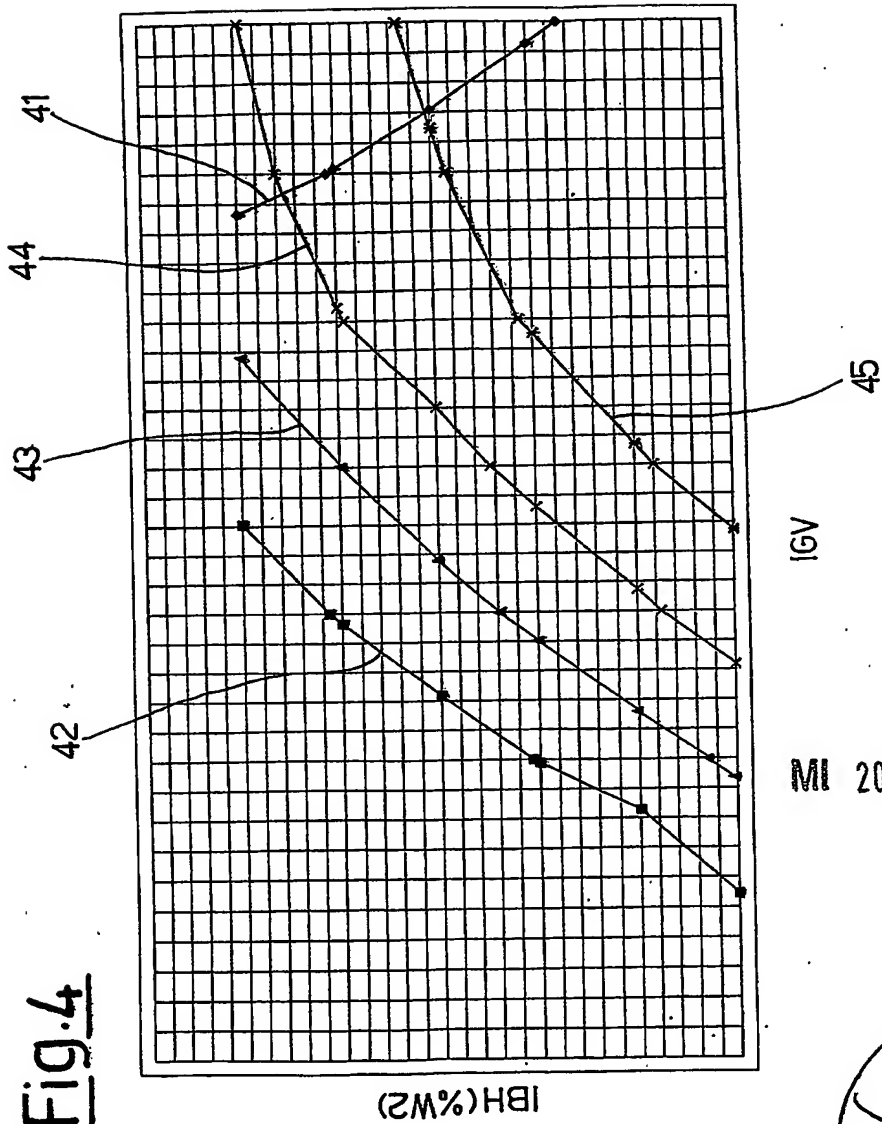
MI 2002A 002757



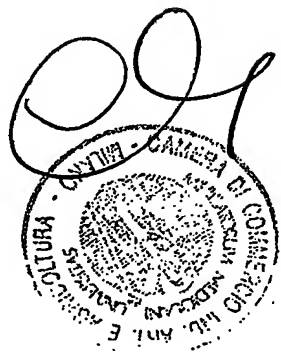
I MANDATARI  
(firma)

*D. E. Tibbica*  
(per sé e per gli altri)

**Fig.4**



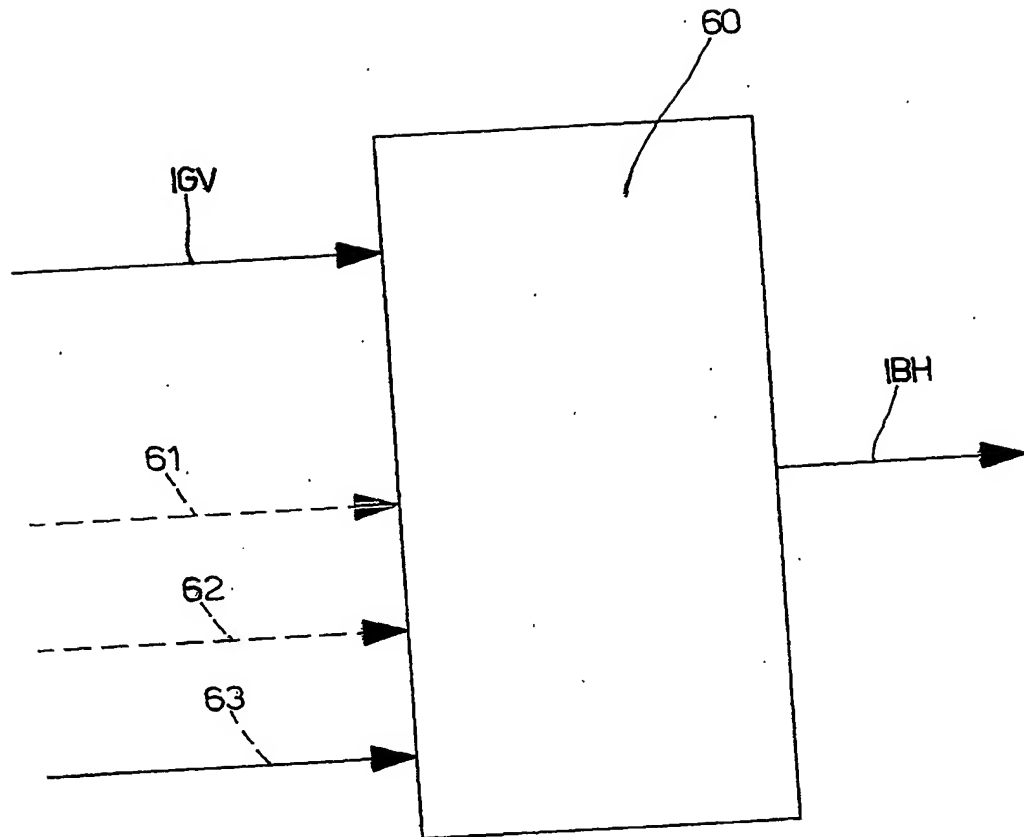
MI 2002A 0 02757



I MANDATARI:  
(firma)

*R. E. ...*  
(per sé e per gli altri)

Fig. 5



MI 2002A 002757

MANDATARI  
(firma)

(per te e per gli altri)

